



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 43 17 867 A 1**

⑤① Int. Cl.⁵:
G 01 M 15/00
G 01 N 1/22
F 01 N 3/08

②① Aktenzeichen: P 43 17 867.7
②② Anmeldetag: 28. 5. 93
④③ Offenlegungstag: 1. 12. 94

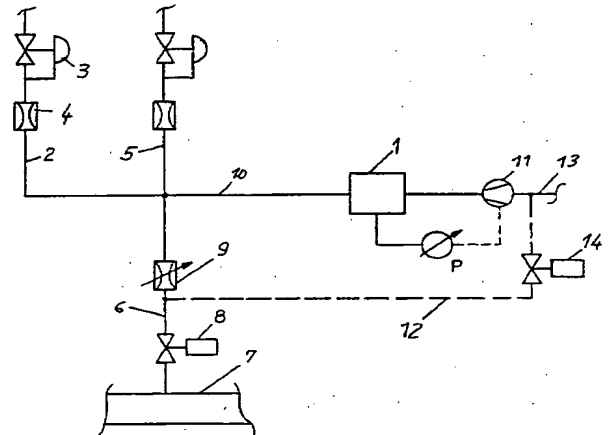
DE 43 17 867 A 1

⑦① Anmelder:
Pierburg GmbH, 41460 Neuss, DE

⑦② Erfinder:
Bornemann, Torsten, 4050 Mönchengladbach, DE;
Stöbe, Engelbert, 5012 Bedburg, DE

⑤④ **Vorrichtung und Verfahren zur Messung von Brennkraftmaschinen-Abgaskomponenten**

- ⑤⑦ Hierfür wird eine Abgasmeßanlage eingesetzt, die für die Messung verdünnter Abgase vorgesehen ist, und zwar für eine kontinuierliche Messung. Es besteht jedoch Bedarf, Messungen an einem Motorprüfstand durchzuführen, bei dem unverdünntes Rohabgas anfällt. Hierfür eignet sich die vorgeschlagene Vorrichtung und ein auf dieser durchführbares Verfahren. Hierdurch wird der Einsatzbereich von Gasanalysatoren, die ursprünglich nur für die Messung von verdünntem Abgas ausgelegt sind, in sehr einfacher Weise auf quasi unverdünntes Abgas erweitert.



3

DE 43 17 867 A 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Messung von Brennkraftmaschinen-Abgas-
komponenten auf einer Abgasmeßanlage, die für die
Messung verdünnter Abgase vorgesehen ist, und zwar
für eine kontinuierliche Messung.

Es ist bereits bekannt, eine Messung von verdünntem Rohabgas mit bestimmtem Verdünnungsverhältnis durchzuführen, wobei der gesamte Abgasstrom der Brennkraftmaschine verdünnt wird und das Verdünnungsverhältnis dadurch festgestellt wird, daß z. B. eine Abgaskomponente des unverdünnten Rohabgases gemessen wird und ins Verhältnis zur der im verdünnten Abgas gemessenen gleichen Abgaskomponente gesetzt wird.

Diese Messung wird bereits an Rollenprüfständen (Dynamometer) durchgeführt, es besteht jedoch auch Bedarf für Messungen an einem Motorprüfstand, bei dem in der Regel nur unverdünntes Rohabgas anfällt, das vom Gasanalysator jedoch nicht gemessen werden kann.

Hiervon ausgehend liegt der Erfindung daher die Aufgabe zugrunde, Möglichkeiten aufzufinden, mit denen ohne größeren Aufwand der Gasanalysator auch für Motorprüfstände eingesetzt werden kann.

Diese Aufgabe ist durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Vorrichtungsmerkmale und die im Anspruch 3 angegebenen Verfahrensschritte gelöst worden, wobei Anspruch 2 bzw. Anspruch 4 und Anspruch 5 vorteilhafte Weiterbildungen der Vorrichtung bzw. des Verfahrens angibt.

Mit der Erfindung werden folgende Vorteile erreicht: Es wird nur eine kleine Abgasmenge verdünnt, damit ist eine platzsparende Ausführung erreicht. Die Erfindung ermöglicht eine kontinuierliche Abgasmessung. Es erfolgt eine automatische Kompensation des sich durch äußere Einflüsse, z. B. Druckänderungen im Abgasrohr, Verschmutzung von Leitungen usw. ändernden Rohabgasstromes durch laufende Erfassung des Verdünnungsverhältnisses über die Tracergasmessungen.

In der Zeichnung ist eine Vorrichtung zur Messung von Brennkraftmaschinen-Abgaskomponenten in Verbindung mit einem Multikomponenten-Gasanalysator 1 schematisch dargestellt.

Diese weist eine erste Leitung 2 auf, die an eine Verdünnungsgasquelle (N₂ oder Luft) angeschlossen ist und ein Druckregelventil 3 sowie eine überkritisch betriebene Düse 4 in Reihe geschaltet aufweist, und eine zweite, parallelgeschaltete Leitung 5 auf, die mit einer Tracergasquelle verbunden ist und ebenfalls ein Druckregelventil 3 sowie eine überkritisch betriebene Düse 4 aufweist. Alternativ hierzu kann in beiden Leitungen 2, 5 jedoch auch jede andere Vorrichtung zur Erzeugung eines konstanten Massenstromes eingesetzt werden. Beide Leitungen 2, 5 münden mit einer dritten Leitung 6 zusammen, die mit dem Abgasrohr 7 der Brennkraftmaschine verbunden ist und in Strömungsrichtung hintereinander ein Schaltventil 8 sowie eine einstellbare Düse 9 aufweist. Die dritte Leitung 6 ist beheizt, z. B. auf 190°C, um ein Kondensieren von Bestandteilen des Rohabgases zu verhindern. Eine vierte Leitung 10 verbindet den Mündungsabschnitt aller übrigen Leitungen 2, 5, 6 mit dem bekannten Multikomponenten-Gasanalysator 1 und einer nachfolgenden Gaspumpe 11, deren Förderung so gesteuert wird, daß sich ein vorgegebener konstanter Druck in der vierten Leitung einstellt, z. B. 750 mbar.

Mit dieser Vorrichtung kann das folgende erfinderische Verfahren durchgeführt werden:

Schritt 1: Schließen des Ventils 8 in der dritten Leitung 6 und Einstellen des vorgegebenen Druckes in der vierten Leitung 10, z. B. 750 mbar, Einstellen eines Verdünnungsgasstromes, z. B. 22,5 l/min sowie eines vorgegebenen Tracergasstromes, z. B. 10–15 ml/min, über die Druckregelventile 3.

Schritt 2: Messen der Konzentration des im Verdünnungsgas enthaltenen Tracergases.

Schritt 3: Öffnen des Ventils 8 der dritten Leitung 6 und Einstellen eines vorgegebenen Rohabgasstromes mittels der einstellbaren Düse 9, z. B. 2,5 l/min, so daß sich ein aus Verdünnungsgas-, Tracergas- und Rohgasstrom bestehender Meßgasstrom einstellt, der den Gasanalysator 1 durchströmt.

Schritt 4: Messen des Tracergasanteils des Meßgasstromes und Bestimmen des Verdünnungsverhältnisses zwischen Rohabgas und Verdünnungsgas aus dem Verhältnis der gemessenen Tracergasanteile in Schritt 2 und Schritt 4 nach der Formel

$$DF = \frac{1}{1 - c_1(T)/c_o(T)}$$

Schritt 5: Messen der übrigen relevanten Abgaskomponentenanteile im Meßgasstrom und Bestimmen der Rohgasanteile durch die Formel

$$c_o(x) = DF \cdot c_1(x)$$

worin bedeuten:

$c_o(x)$: Konzentration der Komponente x im Rohabgas

$c_1(x)$: Konzentration der Komponente x im Meßgas

$c_o(T)$: Konzentration des Tracergases im Rohabgas

$c_1(T)$: Konzentration des Tracergases im Rohabgas

DF: Verdünnungsverhältnis.

Zur Kompensation von Druckverlusten in der vierten Leitung kann es vorteilhaft sein, daß in die dritte Leitung 6 zwischen Schaltventil 8 und einstellbarer Düse 9 eine Rückführleitung 12 (gestrichelt dargestellt) einmündet, die andererseits mit dem Auslaß 13 der Gaspumpe 11 verbunden ist und ein Schaltventil 14 aufweist, womit im Arbeitsschritt 1 die Einstellung des vorgegebenen Druckes unter Rückführung von Verdünnungsgas erfolgt, das mengenmäßig dem im Arbeitsschritt 3 einstellten Rohabgasstrom entspricht.

Vorteilhafterweise sind das Leitungssystem und das Verfahren als Betriebsprogramm und Software in dem Gasanalysator 1 integriert.

Die vorliegende Erfindung nutzt die Eigenschaft insbesondere moderner Mehrkomponenten-Gasanalysatoren (z. B. nach dem FTIR- oder Massenspektrometerprinzip) aus, ohne nennenswerten Mehraufwand auch Komponenten quantitativ bestimmen zu können, die nicht im Rohabgas vorhanden sind. Erfüllen diese Komponenten noch Randbedingungen (insbesondere Reaktionsträgheit mit dem Abgas), so besteht die Möglichkeit, das zur Verdünnung benutzte Gas mit einer zeitlich konstanten Menge einer solchen Komponente zu dotieren (Tracergas-Prinzip) und aus den gemessenen Konzentrationen dieser Komponente mit und ohne Rohabgasstrom das Verdünnungsverhältnis zu bestimmen.

Bei Verwendung der vorgeschlagenen Vorrichtung

und des Verfahrens wird der Einsatzbereich von Gasanalysatoren, die ursprünglich nur für die Messung von verdünntem Abgas ausgelegt sind, in sehr einfacher Weise auf quasi unverdünntes Abgas erweitert. Eine Änderung am Gasanalysator selbst entfällt, und der Aufwand ist erheblich vermindert, denn es wird nur ein geringer Teilstrom des Abgases verdünnt.

Als Tracergas geeignet sind z. B. Tetrafluorkohlenstoff CF₄, Schwefelhexafluorid SF₆ oder Edelgase, letztere jedoch nicht im Fall eines nach dem Verfahren der Infrarot-Absorption arbeitenden Gasanalysators.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Messung von Brennkraftmaschinen-Abgaskomponenten in Verbindung mit einem Multikomponenten-Gasanalysator und einem Rohrleitungssystem, dadurch gekennzeichnet, daß dieses Leitungssystem vier zusammenmündende Leitungen (2, 5, 6, 10) aufweist, von denen die erste und zweite jeweils ein Druckregelventil (3) und eine kritisch betriebene Düse (4) aufweisen und an eine Verdünnungsgasquelle und eine Tracergasquelle angeschlossen sind, und die dritte ein Schaltventil (8) sowie eine einstellbare Düse (9) aufweist und mit dem Abgasrohr (7) der Brennkraftmaschine verbindbar ist, und die vierte mit dem bekannten Multikomponenten-Gasanalysator (1) und einer nachfolgenden Gaspumpe (11) verbunden ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in die dritte Leitung (6) zwischen Schaltventil (8) und einstellbarer Düse (9) eine Rückführleitung (12) einmündet, die andererseits mit dem Auslaß (13) der Gaspumpe (11) verbunden ist und ein Schaltventil (14) aufweist.
3. Verfahren, durchführbar mit der Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die folgenden Arbeitsschritte:
Schritt 1: Schließen des Ventils (8) in der dritten Leitung (6) und Einstellen des vorgegebenen Druckes in der vierten Leitung (10), z. B. 750 mbar, Einstellen eines Verdünnungsgasstromes, z. B. 22,5 l/min sowie eines vorgegebenen Tracergasstromes, z. B. 10—15 ml/min, über die Druckregelventile (3).
Schritt 2: Messen der Konzentration des im Verdünnungsgas enthaltenen Tracergases.
Schritt 3: Öffnen des Ventils (8) der dritten Leitung (6) und Einstellen eines vorgegebenen Rohabgasstromes mittels der einstellbaren Düse (9), z. B. 2,5 l/min, so daß sich ein aus Verdünnungsgas-, Tracergas- und Rohgasstrom bestehender Meßgasstrom einstellt, der den Gasanalysator (1) durchströmt.
Schritt 4: Messen des Tracergasanteils des Meßgasstromes und Bestimmen des Verdünnungsverhältnisses zwischen Rohabgas und Verdünnungsgas aus dem Verhältnis der gemessenen Tracergasanteile in Schritt 2 und Schritt 4 nach der Formel

1

$$DF = \frac{1}{1 - c_1(T)/c_o(T)}$$

men der Rohgasanteile durch die Formel

$$c_o(x) = DF \cdot c_1(x)$$

worin bedeuten:

$c_o(x)$: Konzentration der Komponente x im Rohabgas

$c_1(x)$: Konzentration der Komponente x im Meßgas

$c_o(T)$: Konzentration des Tracergases im Rohabgas

$c_1(T)$: Konzentration des Tracergases im Rohabgas

DF: Verdünnungsverhältnis.

4. Verfahren nach Anspruch 3, insbesondere durchführbar mit der Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Arbeitsschritt 1 die Einstellung des vorgegebenen Druckes unter Rückführung von Verdünnungsgas erfolgt, das mengenmäßig dem im Arbeitsschritt 3 eingestellten Rohabgasstrom entspricht, zur Kompensation von Druckverlusten in der vierten Leitung (10).

5. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2 bzw. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Leitungssystem und das Verfahren als Betriebsprogramm und Software in dem Gasanalysator (1) integriert sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

60

65

Schritt 5: Messen der übrigen relevanten Abgaskomponentenanteile im Meßgasstrom und Bestim-

